屏東地區期作性水稻品種間生理差異之研究*

吳文雄　　陳清義

國立屏東農業專科學校農藝科　國立中興大學植物系

摘要

爲瞭解本省水稻主要栽培地區之一的屏東地區水稻品種在第一、二期作所呈現生理反應之差異，作爲改善栽培方法及分期育種之參考資料。本試驗選擇外表型差異大之14品種種植於自然條件下，在生育期間每隔13天取樣調查，比較一、二期作之葉面積指數，葉綠素含量，葉片氮含量，根活性，光合能力，產量及產量構成要素之差異。茲將所得結果摘要於下。

1.供試14品種，生育期間稻根對 α—NA 氧化能力之變異，稍有不同。稉稻根活性不一定比秈稻高，視品種及生育期不同而異。供試品種生育後期，一期作根活性均高於二期作。

2.一期作生育後期葉綠素含量除臺中65號、陸奧錦兩品種外，均高於二期作。

3.供試14品種一期作之葉面積指數，抽穗期後，均高於二期作。二期作在抽穗期葉面積指數已達最高，然後迅速遞減。二期作葉面積指數與產量之相關係數爲0.75。

4.一期作有7個品種在生育後期葉片氮含量較高，但一、二期作生育期間葉片氮含量變遷差異不明顯。

5.單位葉面積之乾物生產量所代表之光合能力，二期作較一期作强。

6.第一期作高產品種依序爲臺農67號（7,080kg／ha）、臺中秈3號（6,700kg／ha）、低脚烏尖（6,640kg／ha），二期作爲臺中秈3號（3,960kg／ha）、高雄秈7號）3,832kg／ha）、臺農67號（3,460kg／ha）。二期作低產主要係穗數、每穗粒數減少及結實率降低。

前　言

本省第二期稻作低產原因之報告很多（李與湯，1963；黃，1977；鄔等，1975；鄧，1978），一般認爲與氣象因素、土壤肥力、病蟲害、栽培方法及品種等有關。致於解決方法，不外改進栽培技術：如灌漑排水的改善、施肥方法改良、栽培時期及栽培密度的調整；及改良品種：如育成適應二期作之品種，此爲提高二期作產量最經濟之途徑之一。

據鄔等（1975）報告：品種X期作及品種X地點之交感達1％顯著水準。省農試所正進行分區分期育種，以期育成眞正適應各地區二期作之品種（鄧與張，1979），但如能先探討品種在期作及地區之生理反應，對育種選拔工作及新品種之栽培技術頗有參考價值。

屏東地區爲本省主要稻作栽培區之一，而且第二期稻作減產最明顯（鄧，1978），本試驗選擇外表型差異大之14個品種，種植於自然條件下，比較一、二期作品種間之葉面積指數、葉綠素含量、葉片氮含量、根活性、產量及產量構成因素之差異，裨益供栽培技術及育種上參考。

材料與方法

㈠供試品種：選擇外表型迥異稉秈稻共14種品種。

稉稻：V_1（臺南5號），V_2（臺中65號），V_3（臺農67號），V_4（陸奥錦），V_{13}（臺東29號）。

秈稻：V_5（臺中在來1號），V_6（臺中秈3號），V_7（7859），V_8（大粒淸油），V_9（密陽23），V_{10}（低脚烏尖），V_{11}（7827），V_{12}（嘉農

*行政院農業發展委員會補助計畫71農建—4.1—產—47（2—13）

秈8號），V_{14}（高雄秈7號）。

(二)挿秧日期：二期作：70年7月18日

一期作：71年1月14日

(三)種植與管理：14品種逢機排列，種植於本田，行株距爲 20×25cm ， 每叢3支植，每一品種1,200叢。施肥量 N： P_2O_5：K_2O＝120：60：60 kg/ha。 氮肥總用量之⅓當基肥，其餘分四次追施。

(四)取樣分析調查：每品種生育期間，每隔13天逢機取生長整齊之植株測定，測定項目爲：

1.根活力：以 α-NA（α-Naphthylamine）法（周與陳，1979；山田與太田，1961；太田與山田，1961；熊沢，1974）測定之。

2.葉綠素含量：以 80% Acetone 抽取，以 Spectrophotmeter測定，換算葉綠素含量（AOAC, 1975）。

3.葉片氮含量：材料經80°C 烘乾後，磨成細粉，以Kjeldahl 法（AOAC, 1975）測定之。

4.葉面積指數（LAI）：利用 Kiya 牌Green leaf area meter 測定稻株綠葉面積。LAI爲單位土地面積內葉面積數（謝，1979）。（如$1m^2$有4叢水稻，葉面積爲$4m^2$, LAI＝4）。

5.光合能力：稻株經 105°C，24小時烘乾後重量，以其葉面積除之即爲單位葉面積之乾物生產量，作爲代表光合能力强弱（角田，1964）。

(五)產量及產量構成因素之調查：每區除求百叢穀產量以求每公頃產量外，並逢機10叢調查每叢穗數，每穗平均粒數、結實率、千粒重、株高。

結果與討論

(一)根的活性：

由圖1以測定 α-NA 氧化力表示之根活性程度供試品種間有不同。生育初期品種間差異較小，後期則較顯著。賴、侯（1976）指出，日本型稻之根活性均比印度型者高。但本試驗中之稉稻生育後期根活性，不一定比秈稻高，且視品種而異。V_4（陸奥錦）、V_7（7859）、V_{11}（7827）、V_{12}（嘉農秈8號）及V_{14}（高雄秈7號）五品種生育後期遞降速度大，所有供試品種一期作生育後期根活性均較二期作爲高。生育後期根活性降低，尤其二期作較偏低，似與二期作後期葉片老化較快及產量降低有關，與賴、侯（1976）報告相同。據賴、侯（1976）報告，根尖及新生成之根活性較高。又據陳、蔡（1977）報告，一期作根系分布較深，因此由取樣之誤差所測之期作稻根 α-NA 氧化力有偏低之可能性，在自然生育條件下改進根系取樣技術，亦值得再進一步研究改進。

(二)葉綠素含量：

在圖2供試14個品種葉綠素含量在齊穗期以前，均以二期作含量較高，至生育後期反而一期作葉綠素含量較高，但 V_2（臺中65號），V_4（陸奥錦）還是一期作較低。整個生育期中葉綠素含量變異，品種間略有不同，但均以生育初期含量低，然後漸漸增加，生育後期又遞減，與臺中二期作葉綠素含量變異情形迥異，陳、蔡（1977）在臺中測定臺中65號品種在二期作抽穗期後，未枯葉片其葉綠素含量仍然繼續增加，這亦說明在臺中地區二期作產量無減產之現象，而屏東地區減產那麼明顯，栽培技術及育種工作亦得注意期作及地域之差別之問題。

(三)葉面積指數：

依圖3生育初期供試品種二期作之葉面積指數稍高，但至抽穗期之後，一期作反而高，這與臺中之試驗結果類似(周與陳，1979)。供試14品種最高葉面積指數有差異性 ，一期作達4以上者有 V_1（臺南5號）、V_3（臺農67號）、V_5（臺中在來1號）、V_6（臺中秈3號）、V_8（大粒清油）、V_{10}（低脚烏尖）、V_{12}（嘉農秈8號）、V_{14}（高雄秈7號）等8個品種，最小者爲 V_{11}（8727）品種。

二期作大部分品種葉面積指數在抽穗期已達最高，抽穗後葉片迅速枯萎。臺南5號、臺農67號、臺中秈3號、高雄秈7號爲二期作較高產品種，抽穗後葉面積指數並無急速降低，此表示葉片無迅速枯萎之現象。供試所有品種於第一期作抽穗後，葉面積指數尙有增加之趨勢。因此維持或選拔抽穗後葉面積指數尙能增加並維持高葉面積指數至成熟期爲改善二期作栽培技術參考或爲育成適應二期作品種條件之一。

(四)葉片氮含量：

圖4中多數供試品種一期作生育初期葉片氮含量與二期作差異已不明顯，生育後期一期作葉片氮含量均較高，與周、陳（1979）在臺中試驗結果相

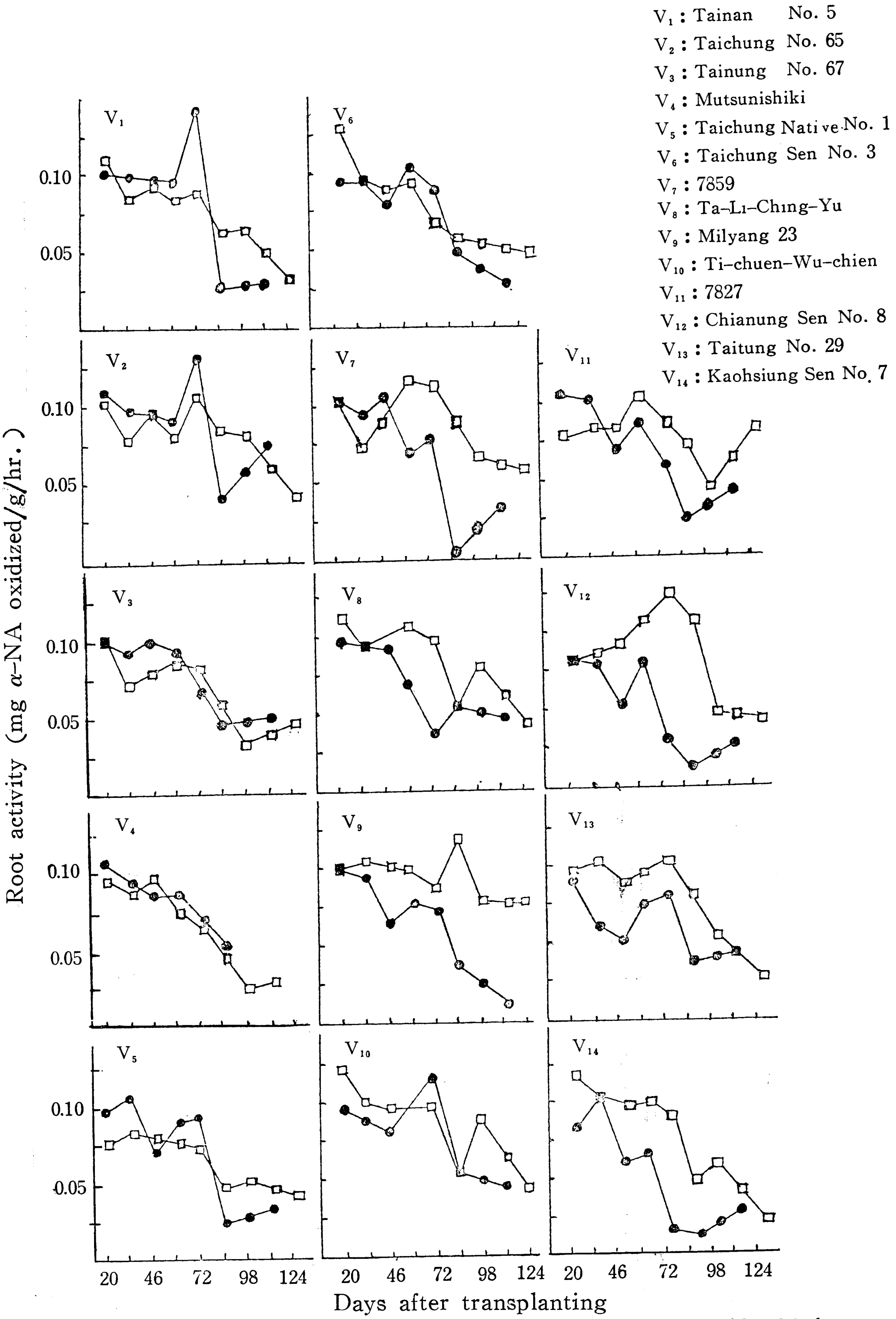

Fig. 1 : Root activities of 14 rice varieties during the first and second crops (●—● 2nd crop 1981 ; □—□ 1st crop 1982)

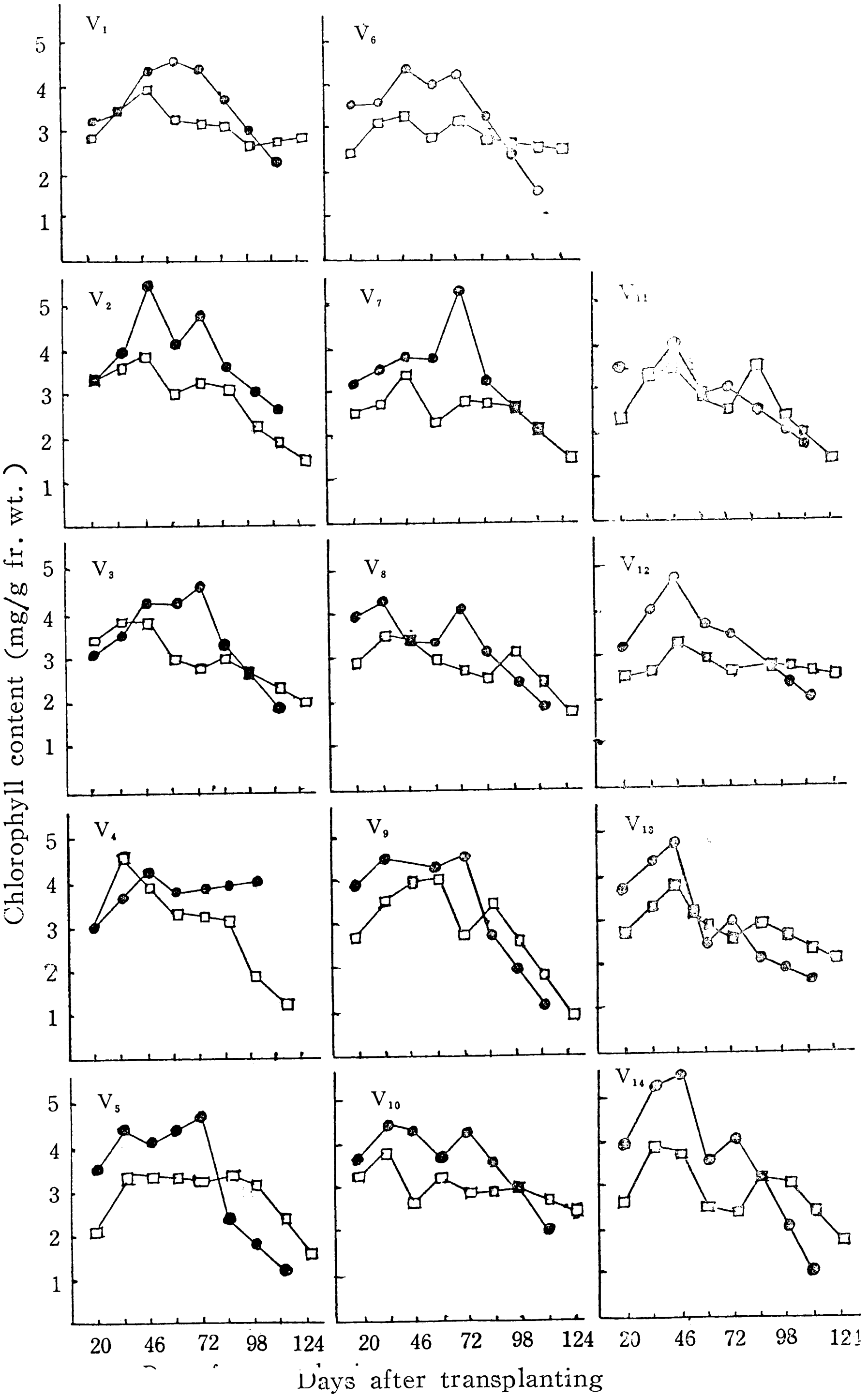

Fig. 2. Chlorohyll contents of 14 rice varieties during the first and second crops.

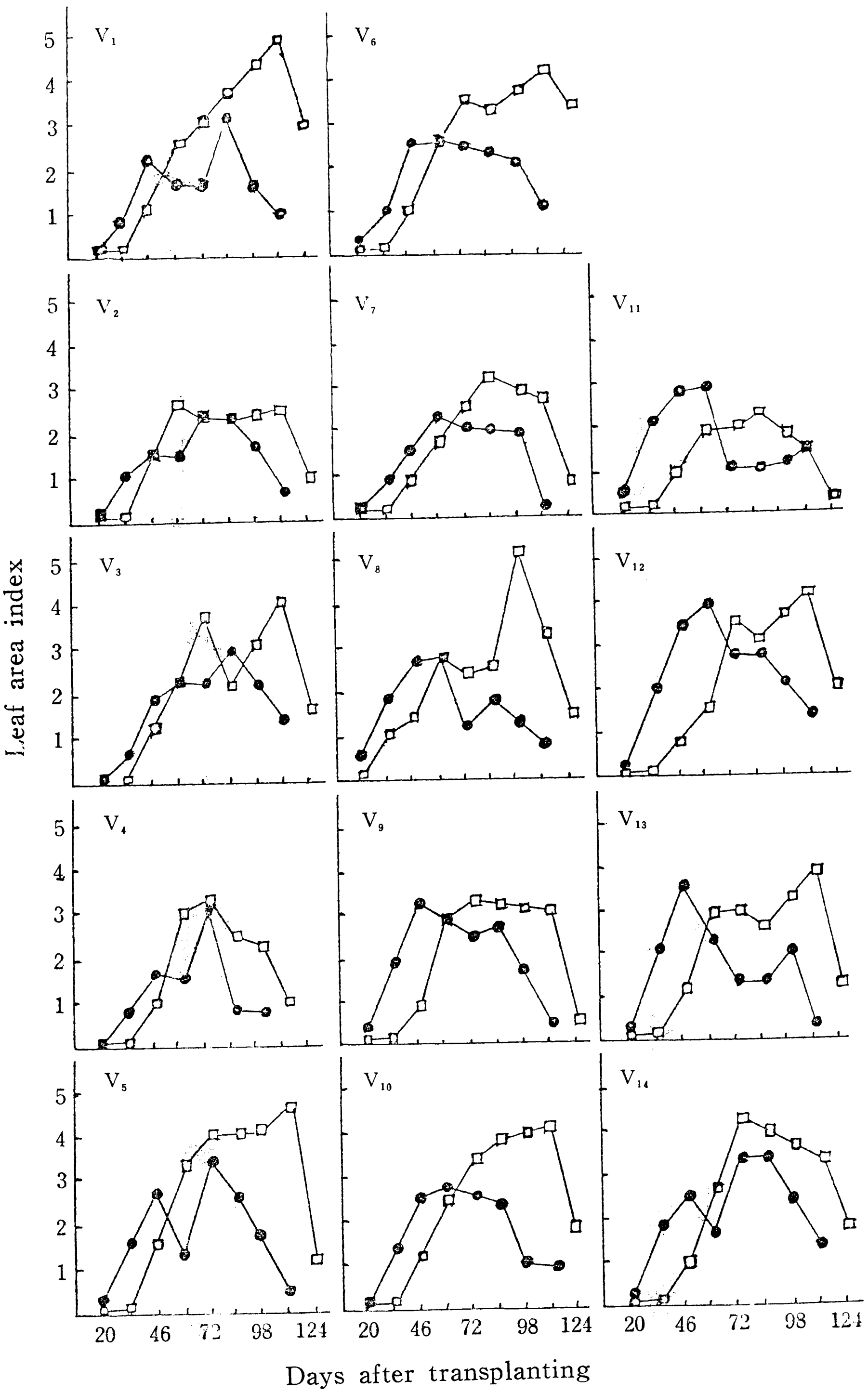

Fig. 3. LAI (leaf area index) of 14 rice varieties during the first and second crops.

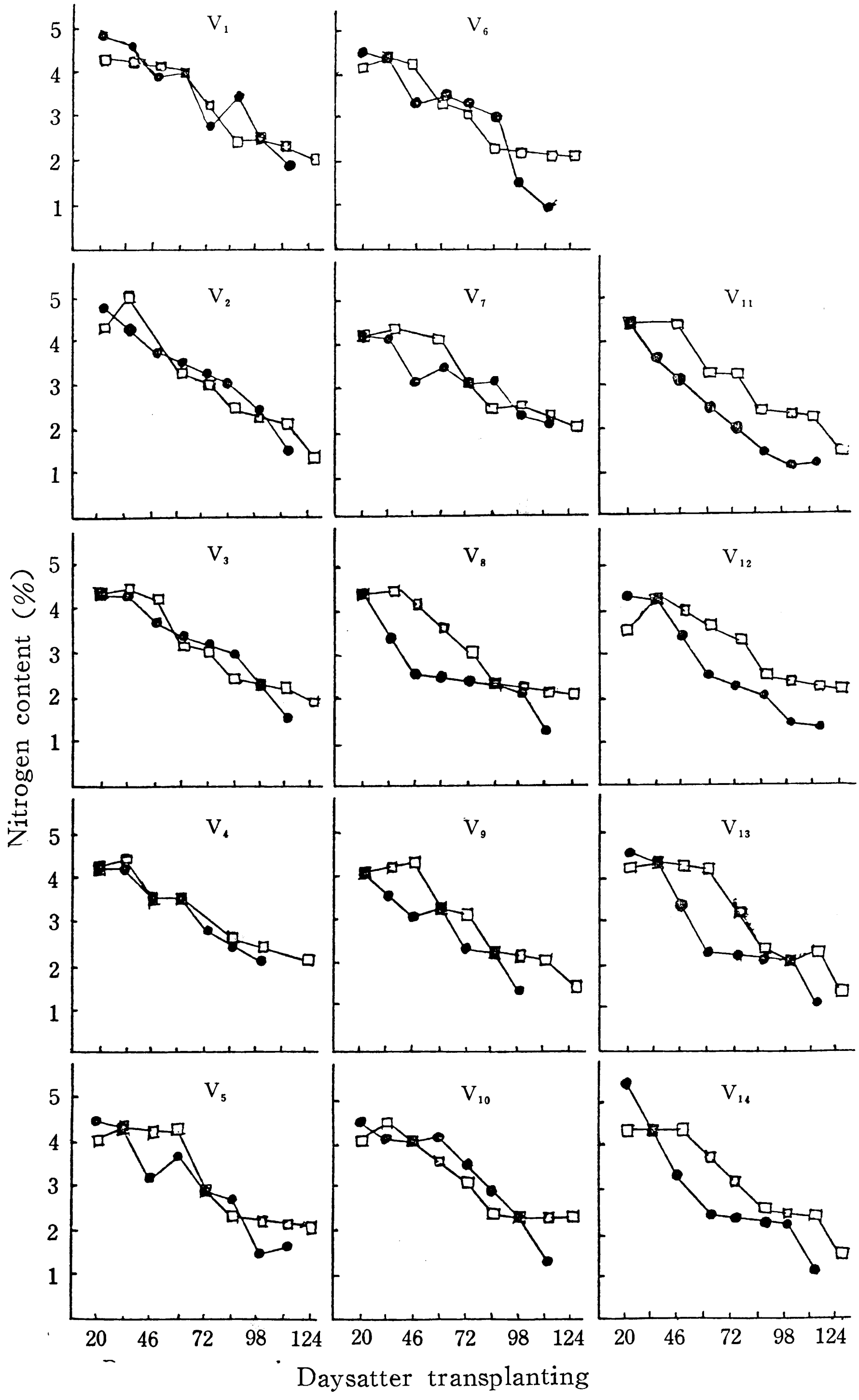

Fig. 4. Leaf nitrogen concentrations of 14 rice varieties during the first and second crops.

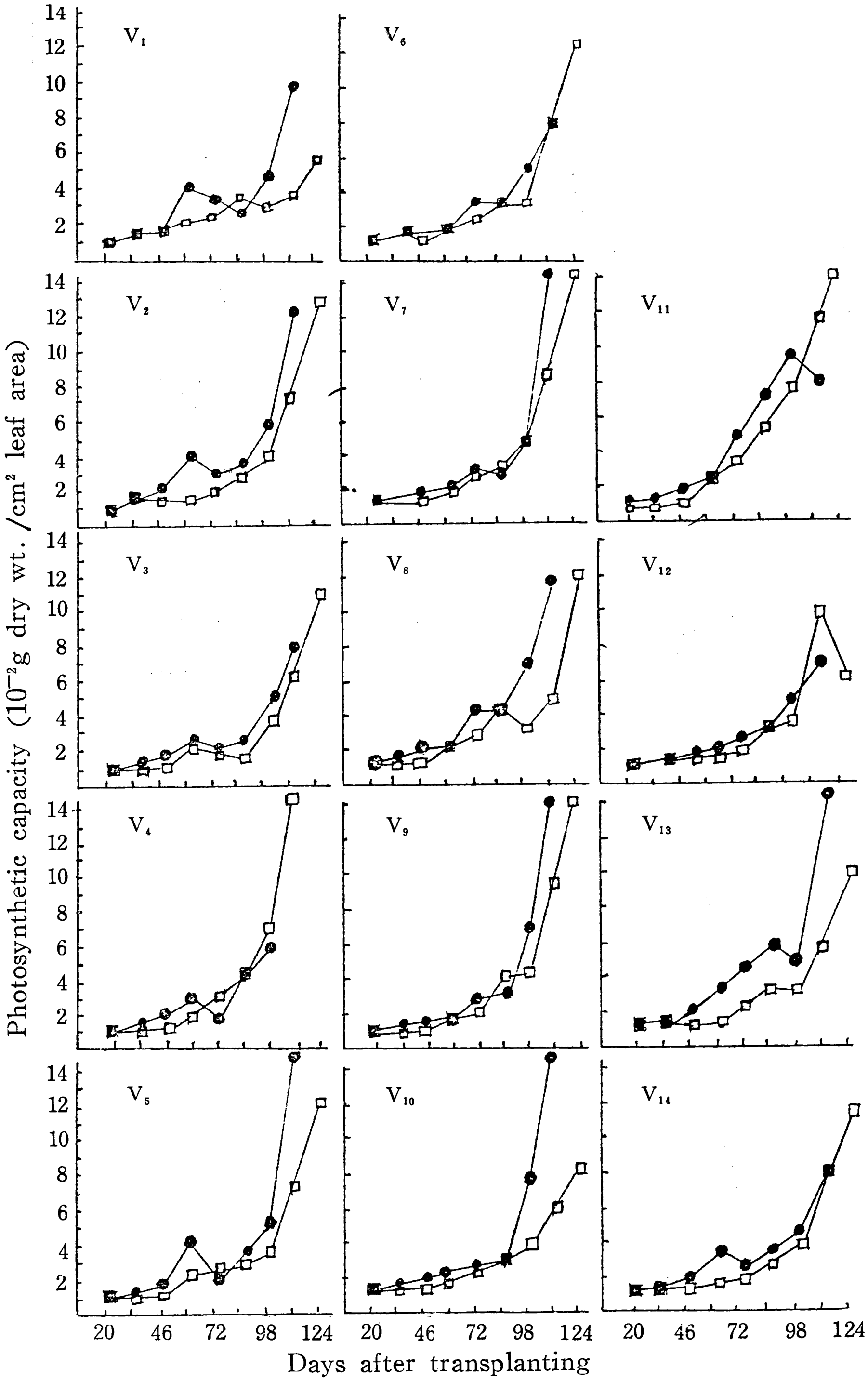

Fig. 5. Photosynthetic capacities of 14 rice varieties during the first and second crops.

似。另有陳等（1980）報告指出在臺中地區，臺南5號、臺中秈5號收穫前葉片氮含量高於一期作，但在本試驗中無此現象。

㈤光合能力：

測定單位葉面積之乾物生產量爲探討光合能力的一有效辦法（角田，1964）。單位葉面積光合能力之高低受葉面積指數及乾物重之影響，稻谷產量主要受抽穗前後之光合作用量決定（角田，1964）。

依圖5，二期作之單位葉面積之光合能力較一期作强，但其產量確低於一期作甚多，這或許是二期作後期葉片枯萎較快，及氣溫較低，呼吸耗量可能減少之緣故。與吳（1961）所謂的臺北地區第二期作抽穗後光合能力減低之結果略有異，而與陳、蔡（1977）在臺中所獲結果相同。高產品種如臺農67號、臺中秈3號等品種生育初期至後期雖然光合能力並不很强，但因其葉面積指數高所以產量高。7859品種後期光合能力顯示得很高，但產量甚低（Ⅰ：4,280kg/ha，Ⅱ～2,140kg/ha），主要因其植株高（一期作130.9cm，二期作107.5cm），而後期葉片枯萎也快。

本試驗供試14品種，二期作單位葉面積之光合能力都高於一期作，但二期作產量確很低，對產量關係，似應同時考慮 CGR（作物生長率）（謝，1979），這方面尙待進一步探討。

㈥產量及產量構成因素：

依圖6及表1，供試14品種第一期作高產量六品種係序爲臺農67號、臺中秈3號、低脚烏尖、臺中在來1號、臺南5號、陸奧錦，產量每公頃超過6公噸。二期作每公頃之產量均未達4公頃，其中最高二品種爲臺中秈3號之 3,960kg/ha，高雄秈7號爲 3,852kg/ha。屏東地區一、二期作產量差異非常明顯，供試大部分品種二期作產量未及一期作之五成，尤其是陸奥錦、大粒淸油，未達一期作之三成，而以臺中秈3號及高雄秈7號兩品種因二期作之產量較高，二期減產較少。臺農67號二期作產量 3,460kg/ha 爲第三高者，而其一期作產量爲最高，相形之下二期作產量未及一期作之五成，主要係因穗數、結實率及每穗粒數明顯的降低，其他品種的原因亦相似。

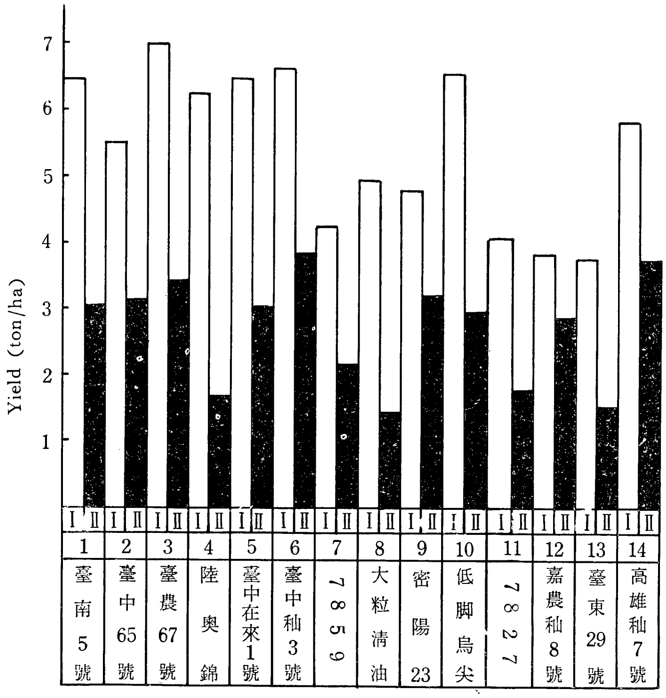

Fig. 6. Grain yields of 14 rice varieties in the first and second crops.

產量與抽穗期各性狀之相關係數分別為根活性一期作 −0.68，二期作 0.12；葉綠素含量一期作0.21，二期作0.43；葉面積指數一期作0.17，二期作0.75；氮含量一期作0.01，二期作0.24；單位葉面積光合成能力一期作−0.55，二期作−0.38。

二期作產量與抽穗期葉面積指數之相關係數最大為0.75，亦說明供試14品種在屏東地區二期作最大之限制因子為葉面積指數，適應二期作之品種育種或改善二期作之栽培技術似可增加葉面積指數，以增加產量。

謝（1979）在北部南港之試驗認為 LAI 的大小可能不是影響乾物質生產量的主要因素，需同時考慮保持高 CGR （作物生長率）。在南部以栽培技術如增加插秧密度，提高葉面積指數，到某一程度而不影響 ULR （淨同化率）即可提高 CGR（LAI×ULR），以達增產目的。筆者初步試驗觀察結果插秧密度太密時（25×10cm）雖然LAI 增加，但植株較軟弱而易倒伏及得病，產量反而減少，這也許是 ULR 降低之結果尚須進一步分析。光合成能力與產量之相關為負相關，這或許是葉面積指數減少所致。一期作根活性與產量亦是負相關，是否為高產品種根系較深而引起取樣誤差所致，或是其他原因，尚待進一步研究。

供試14品種雖然外表型差異大，但似無品種特別適合於二期作栽培環境，供試所有品種在屏東地區二期作減產如此嚴重之原因為葉面積指數及葉綠素含量於抽穗期後急速下降，穗數少、結實率低、充實率差（千粒重小）、以致產量減少。葉氮含量之影響不明顯。在自然條件下根活性之測定，單位葉面積光合能力與產量之關係，尚待進一步研討。

Table 1. Yield components of 14 rice varieties in the first and second crops.

Variety		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Character	Crop season	臺南5號	臺中65號	臺農67號	陸奧錦	臺中在來1號	臺中秈3號	7859	大粒清油	密陽23	低脚烏尖	7827	嘉農秈8號	臺東29號	高雄秈7號
Plant hight (cm)	I	103.7	108.0	98.7	98.0	81.2	77.6	130.9	128.3	73.0	80.2	127.0	68.9	112.3	85.4
	II	105	107	96.5	88.1	77	80	107.5	118	85	89	137.5	82	101	98
1,000 grains weight (g)	I	23	24	21.8	21.2	23.6	24.6	33.5	23.6	25.1	24.2	22	22.4	21.3	24.7
	II	18.9	23.8	20.8	17.1	20.4	23.0	23.7	21.3	16.7	20.3	23	18.8	18.7	24
Panicle no. (no.)	I	18.8	17.8	18.4	21.8	18.3	21.6	11.8	21.5	16.4	19.5	14.1	22	32	14.6
	II	11.2	11.7	11.1	13.3	13.4	15.3	8.6	9.1	14.3	15.3	9.7	14.2	12	11.2
Seed fertility (%)	I	93.7	92.3	94.7	91	88.4	84.4	95.2	83.4	89.6	94.6	93.8	90.4	84.8	91.9
	II	93.4	93.6	84.9	89.7	83.4	92.4	80	88.1	81.6	85.5	88.3	87.8	93.6	96.0
Number of spikelat (no.)	I	95.1	115.9	112.6	105	117.8	117	108	127.4	97.8	110.6	97.2	102.9	84.2	120.3
	II	112.5	76.5	91.3	88.2	71.5	80.6	105.2	87.6	99.1	86.3	83.1	94.0	79.1	94.0
Yield (kg/ha)	I	6,560	5,600	7,080	6,300	6,600	6,700	4,280	5,040	4,940	6,640	4,160	4,960	3,900	5,960
	II	3,120	3,160	3,460	1,660	3,020	3,960	2,140	1,480	3,260	3,060	1,778	2,884	1,541	3,832

引用文獻

1.李文龍、湯文通・1963・臺灣第二期作水稻單位面積產量不如第二期作之原因及其改進方法。科學農業11(1.2)：9—35。

2.吳振能・1961・第2期作水稻低產之生理研究。臺灣農業試驗所50年年報，pp. 34—35.。

3.周瑞國、陳淸義・1979・臺灣一、二期作水稻數種生理特性之比較研究。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集，pp. 113—121。行政院國科會，臺北。

4.陳建山、黃定鼎、 沈美珍、劉大江・1980・期作間水稻不同器官內碳水化合物與氮磷鉀濃度變化比較。中華農業研究，29（2）：81—92。

5.陳淸義、蔡承良・1977・臺灣水稻特性之1、2研究。中華農學會報新（98）：19—34。

6.黃眞生・1977・水稻第二期作低產之原因，中華農學會報新100：22—31。

7.鄔宏潘、廖雲英、錢美華、林燦隆、陳一心、王銀波、蔡國海、吳來貴、張萬來、林富雄、吳育郎・1975・第二期稻作低產原因之探討。科學發展月刊3（10）：5—40。

8.鄧耀宗・1978・臺灣二期稻作增產研究：品種與一、二期作產量之關係。中華農業研究 27（3）：213—222。

9.鄧耀宗、張萬來・1979・稻分期育種之可行性。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集，pp. 215—224。行政院國科會，臺北。

10. 賴光隆、侯淸利・1976・關於稻根生理生態的研究：不同類型水稻生育時期別根部活力診斷及其應用。中華農學會報新（95）：7—23。

11. 謝昱暲・1979・一、二期作水稻之生長與光合作用構成因子。臺灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專集，pp. 91—98。行政院國科會，臺北。

12. 山田登、太田保夫・1961・α—ナフチルアミンによる水稻根の活力診斷。農業及園藝 136：1983—1985。

13. 太田保夫、山田登・1961。水稻根の活力診斷のための根の節位分級法。農業及園藝36：1503—1505。

14. 戶刈義次等編・1963・作物試驗法。農業技術協會，東京。

15. 角田重三郎・1964・作物品種の多收性の研究，日本學術振與會。

16. 岡島秀夫・1968・イネの生理と栽培，農山漁村文化協會。

17. 熊沢喜久 ・974・植物營養學大要，養賢堂，東京。

18. Association of Official Agriculture Chemists. 1975. Official methods of analysis (12th ed.) The Association : Washington. D. C.

Studies on the Physiological Characteristics of Rice Varieties of the First and Second Crops in Pingtung Area*

Wen-Hsiung Wu

Department of Agronomy
National Pingtung College of Agriculture
Pingtung, Taiwan 900
Republic of China

Ching-Yih Chen

Department of Botany
National Chung-Hsiung University
Taichung, Taiwan 400
Republic of China

Summary

Leaf chlorophyll content, leaf N content, root activity, leaf area index, photosynthetic capacity, yield and yield components of 14 rice varieties of the first and the second crops in Pingtung area were investigated and compared. Results obtained are summarized as follows:

1. The α-naphthylamine oxidizing ability of rice root differed with varieties and growing period. Root oxdizing ability in the late growing period of the first crop was higher than that of the second crop.

2. Except Taichung 65 and Mutsuniskiki, leaf chlorophyll content in the late growing period of the first crop was higher than that of the second crop.

3. The leaf area indice of all tested varieties after heading in the first crop were higher than those in the second crop. In the second crop, the leaf area index reached the maximum in the heading time and then decreased abruptly. The correlation coefficient between leaf area index and yield of the second crop was 0.75.

4. The leaf N content during late growing period was higher in the first crop. N contents of 7 vaieties did not fluctuated obviously in the first and second crops.

5. The photosysthetic capacity, presenting by dry matter production per unit leaf, was higher in the second crop than that the first crop.

6. The grain yield of the first crop: Tainung No. 67 (7,080kg/ha); Taichung Sen No. 3 (6,700 kg/ha); Ti-eChun-Wu-Chien (6,640kg/ha). The second crop: Taichung Sen No. 3 (3,960kg/ha); Kaohsiung Sen No. 7 (3,832 kg/ha); Tainung No. 67 (3,460 kg/ha). The lower grain yield of the second crop was mostly due to low panicle number, low grain per spikelat and low fertility.

*Supported by a grant 1982-4.1-47 (2—13) from Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, R. O. C.